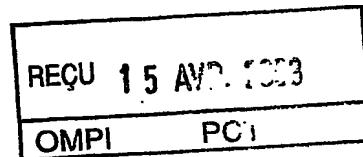


10/506931
08 SEP 2004

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:	102 10 071.3	PRIORITY DOCUMENT SUBMITTED OR TRANSMITTED IN COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)
Anmeldetag:	08. März 2002	
Anmelder/Inhaber:	LAT Suhl AG, Suhl	
Bezeichnung:	Drehmomentmotor in Segmentbauweise	
IPC:	H 02 K 26/00	

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

- 1 -

Drehmomentmotor in Segmentbauweise

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drehmomentmotor mit
5 einem ringförmigen Rotor und einem ringförmigen Stator, der
einen Statorrahmen mit Eisenkernen und darauf angeordneten
elektrischen Wicklungen umfasst.

Neben herkömmlichen rotatorischen Motoren, welche Antriebs-
10 funktionen unter Zwischenschaltung von Getriebeelementen
erfüllen, werden in den verschiedensten Technikbereichen
zunehmend sogenannte Direktantriebe eingesetzt, bei denen die
bereitgestellten Antriebskräfte ohne Zwischenschaltung von
Getriebeelementen an die zu bewegenden Bauteile geliefert
15 werden. Zu diesen Direktantrieben werden auch sogenannte
Drehmomentmotoren (auch bekannt als Torquemotoren) der oben
genannten Art gerechnet.

Aus der Firmenschrift „Direct Drives & Systems“ der Firma
20 ETEL S.A., Schweiz, Version 1.1-01/07/99, ist ein Drehmoment-
motor bekannt, der einen festen Statorrahmen und einen ring-
förmigen innerhalb des Statorrahmens laufenden Rotor besitzt.
Der Rotor besteht aus einem Rotorrahmen und darauf befestig-
ten Permanentmagneten, die eine Permanenterregung bereitstel-
25 len. Der ebenfalls ringförmig gebildete Stator besitzt einen
Eisenkern und eine darauf angeordnete elektrische Wicklung.
An der Außenseite des Statorrings sind Kühelemente befest-
tigt, die mit einer Wasserkühlung gekoppelt sind. Dieser
Motor kann bei einem Durchmesser von 2,5 m Drehmomente von
30 etwa 10.000 Nm erzeugen. Neben der Bereitstellung großer
Kräfte ermöglicht ein solcher Drehmomentmotor eine präzise
Positionierung, große Beschleunigungen und Geschwindigkeiten
in einer großen Bandbreite. Wie bei anderen großen Elektromo-

toren besteht allerdings auch hier das Problem, dass sehr große und schwere Drehteile angefertigt, transportiert und zusammengebaut werden müssen, wodurch die Herstellungskosten erheblich beeinflusst werden. Da derartige Direktantriebe 5 häufig in teuren Gesamtanlagen eingesetzt werden, ist die Zuverlässigkeit des Motors ein weiteres wichtiges Kriterium. Eine der wichtigsten Fehlerquellen wird darin gesehen, dass die elektrische Wicklung des Motors beschädigt wird und beispielsweise ein Kurzschluss zwischen einzelnen Windungen 10 eintritt. In einem solchen Fall muss der komplette Motor ausgebaut werden, um die elektrische Wicklung auszutauschen. Üblicherweise sind die einzelnen Windungen in einer Vergussmasse aus Kunstharz, Träufellack o.ä. eingeschlossen, so dass nur ein vollständiger Ersatz der gesamten elektrischen Wicklung 15 möglich ist. Aufgrund der Größe dieser Direktantriebe ist die Demontage aufwändig. Da der Direktantrieb wesentlicher Bestandteil komplexer Anlagen ist, kann diese Anlage bei einem solchen Fehler während der gesamten Reparaturzeit nicht verwendet werden.

20

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einen Drehmomentmotor bereitzustellen, der eine leichte Reparatur der elektrischen Wicklungen gestattet und während gegebenenfalls erforderlicher Wartungsarbeiten weiterhin 25 betriebsfähig ist. Außerdem ist es eine Aufgabe der Erfindung, große Drehmomentmotoren so zu gestalten, dass deren Herstellung einfacher und preiswerter möglich ist.

Diese und weitere Aufgaben werden durch den erfindungsgemäßen 30 Drehmomentmotor gelöst, welcher sich dadurch auszeichnet, dass die Eisenkerne und die elektrischen Wicklungen in einem oder mehreren eigenständigen Statorsegmenten angeordnet sind, wobei jedes dieser Statorsegmente nur einen vorgegebenen

Winkelabschnitt $\leq 180^\circ$ im Statorrahmen einnimmt und lösbar mit diesem verbunden ist.

Ein wesentlicher Vorteil dieses erfindungsgemäßen Drehmoment-
5 motors besteht darin, dass die einzelnen Statorsegmente wesentlich kleinere Abmessungen haben, als der aus den Segmenten zusammengebaute Stator. Die einzelnen Segmente lassen sich unter Einsatz üblicher Werkzeugmaschinen ohne weiteres fertigen. Ebenso bereitet der Transport des in
10 Segmente zerlegten Motors keine Schwierigkeiten. Der Stator des Drehmomentmotors kann direkt am Einsatzort zusammengebaut werden, indem die Statorsegmente an der gewünschten Stelle im Statorrahmen befestigt werden. Weiterhin besteht ein Vorteil des Drehmomentmotors darin, dass im Falle eines Defektes in
15 der elektrischen Wicklung nur das Statorsegment mit dem defekten Abschnitt der Wicklung ausgebaut werden muss. Der Motor bleibt im Übrigen vollständig erhalten und betriebsfähig. Wenn bei der Konstruktion entsprechender Anlagen darauf geachtet wird, dass die Statorsegmente gut zugänglich bleiben,
20 können defekte Segmente ausgebaut werden, ohne dass der komplette Motor aus der Anlage entfernt werden muss. Außerdem kann eine Reparatur dieses Motors sehr schnell durchgeführt werden, indem lediglich ein neues Statorsegment an die Position eines defekten Segments gesetzt wird.

25

Schließlich bietet der erfindungsgemäße Drehmomentmotor den Vorteil, dass mit gleichartigen Statorsegmenten unterschiedliche Motoren aufgebaut werden können, deren Leistung abhängig von der Anzahl der eingesetzten Statorsegmente ist. Im
30 Stator können unterschiedlich viele Segmente eingesetzt sein, ohne dass die Funktionsfähigkeit des Motors gestört ist. Um die volle Leistungsfähigkeit zu erzielen, wird der Statorrahmen entlang seines gesamten Umfangs mit Statorsegmenten

bestückt. Wenn geringere Leistungen ausreichend sind, können zwischen einzelnen Statorsegmenten Lücken gelassen werden, natürlich unter Beachtung der erforderlichen Polzahl für einen störungsfreien Betrieb des Motors.

5

Generell ist der Drehmomentmotor noch betriebsfähig, wenn nur ein einziges Statorsegment angeordnet ist, welches dann einen kleinen Teilabschnitt von beispielsweise 10° bis 30° im Statorrahmen einnimmt. Diese Gestaltung kann insbesondere angewendet werden, wenn nur geringe Drehzahlen und kleine Drehmomente benötigt werden aber andererseits eine hohe Präzision wünschenswert ist.

10

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Drehmomentmotors besteht der ringförmige Rotor aus einem Rotorrahmen und daran befestigten Permanentmagneten. Dadurch wird ein Permanentenregerfeld bereitgestellt, so dass eine Stromzuführung zu Erregerwicklungen des Rotors nicht erforderlich ist. Der Drehmomentmotor benötigt durch diesen Verzicht auf elektrische Schleifkontakte nur eine geringe Wartung.

15

Gemäß einer weitergebildeten Ausführungsform sind die elektrischen Wicklungen von mehreren Statorsegmenten durch elektrische Verbindungselemente elektrisch gekoppelt, wobei die Verbindungselemente lösbar zwischen den Statorsegmenten verlaufen. Die Art der elektrischen Kopplung der einzelnen Wicklungen hängt von der gewählten Betriebsart ab. Beispielsweise können mehrere Wicklungen zu Blöcken parallel geschaltet sein, die ihrerseits elektrisch in Reihe geschaltet werden. Die Verbindungselemente können z.B. durch Steck- oder Schraubverbindungen realisiert werden. Dadurch ist eine schnelle Demontage einzelner Statorsegmente möglich.

20

25

30

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Statorrahmen einen unteren und einen oberen Statorring umfasst, zwischen denen die Statorsegmente positioniert sind. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn 5 zwischen dem unteren und dem oberen Statorring mehrere Rahmenstege senkrecht verlaufen, an denen die Statorsegmente befestigt sind. Die Rahmenstege definieren außerdem den Abstand zwischen dem unteren und dem oberen Statorring, so dass bei Bedarf auch sämtliche Statorsegmente entfernt werden 10 können, um beispielsweise Wartungsarbeiten durchzuführen. Generell ist es aber auch möglich, nur einen oberen oder einen unteren Statorring zu verwenden, da die Statorsegmente selbsttragend aufgebaut werden und somit die Rahmenfunktion mit übernehmen können. Soweit ein geschlossener Stator durch 15 aneinander grenzende Statorsegmente ausgebildet ist, könnte bei Bedarf vollständig auf die unteren und oberen Statorringe verzichtet werden.

Um eine kreisrunde Ausrichtung der Statorsegmente einfach zu 20 ermöglichen ist es zweckmäßig, wenn die Rahmenstege winklig zueinander stehende Seitenflächen besitzen, die somit auf unterschiedlichen Radialebenen des Stators liegen. Dabei können auch unterschiedlich dick ausgebildete Rahmenstege eingesetzt werden, wodurch es möglich wird, die exakte Position 25 der Statorsegmente zu variieren. Dadurch können beispielsweise die im Motorbetrieb auftretenden Rastkräfte optimal eingestellt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Drehmomentmotors 30 sind in jedem Statorsegment drei Spulen auf Eisenkernen angeordnet, die jeweils mit den zugeordneten Spulen der benachbarten Statorsegmente gekoppelt sind. Dadurch wird der Drehmomentmotor als 3-Phasen-AC-Synchronmotor (Drei-Phasen-

Wechselstrommotor) ausgebildet. Generell kommen für die Steuerung des Drehmomentmotors die allgemein für Direktantriebe bekannten Steuerverfahren und Regeleinrichtungen zum Einsatz.

5

Um hohe Feldstärken durch die elektrischen Wicklungen zu erzeugen, ohne eine Beschädigung der einzelnen Spulendrähte bzw. der jeweiligen Isolierung hervorzurufen, ist es nützlich, wenn an jedem Statorsegment ein Kühlkörper befestigt 10 ist, der einen Strömungskanal zur Durchleitung eines Kühlmediums besitzt. Die Kühlung kann im einfachsten Fall durch eine sich ausbildende Luftströmung erfolgen. Bei höheren Anforderungen wird ein flüssiges Kühlmedium durch abgedichtete Strömungskanäle geleitet. In diesem Fall sind die Strömungskanäle benachbarter Statorsegmente durch lösbare Kanalverbindungen miteinander in Reihe geschaltet, um weiterhin den 15 schnellen Ausbau einzelner Statorsegmente zu ermöglichen. Im Bedarfsfall werden die Kanalverbinder und die elektrischen Verbindungselemente gelöst, um ein Statorsegment zu entfernen. Wenn der Motorbetrieb ohne dieses Statorsegment fortgesetzt werden soll, werden Überbrückungselemente eingesetzt, um die elektrische Kopplung und die Weiterleitung des Kühlmediums zwischen den nunmehr über eine Lücke benachbarten 20 Statorsegmenten zu ermöglichen.

25

Spezielle Ausführungsformen des Drehmomentmotors besitzen weiterhin Temperatursensoren in jedem Statorsegment und ein integriertes Messsystem, mit welchem die relative und/oder absolute Stellung zwischen Rotor und Stator erfasst werden 30 kann. Die gelieferten Messwerte werden von der Motorsteuerung ausgewertet, wobei herkömmliche Verfahren einsetzbar sind.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung, unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

5

Fig. 1 eine vereinfachten Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Drehmomentmotors;

10 Fig. 2 eine Detailzeichnung eines Statorsegments in einer geschnittenen Ansicht von oben;

Fig. 3 eine seitliche Schnittansicht des Drehmomentmotors;

15 Fig. 4 eine Draufsicht auf den zusammengebauten Drehmomentmotor.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Drehmomentmotors 1. Bei der dargestellten Ausführungsform handelt es sich um einen Synchronmotor mit einem außenliegenden ringförmigen Stator 2. Der Stator 2 ist aus mehreren Statorsegmenten 3 zusammengesetzt, von denen zur Vereinfachung nur die mittleren drei Statorsegmente detaillierter gezeichnet sind. Bei der dargestellten Ausführungsform sind die Statorsegmente 3 aneinandergereiht und am gesamten Umfang des Stators angeordnet. Bei einer abgewandelten Ausführungsform könnten beispielsweise jedes zweite Statorsegment weggelassen oder auch noch weniger Statorsegmente benutzt werden.

30 Den unteren Abschluss des Stators bildet ein unterer Statorring 4, auf welchem die einzelnen Statorsegmente 3 aufgesetzt sind. Die Statorsegmente sind an ihrer Oberseite von einem oberen Statorring 5 abgedeckt. Bei der in Fig. 1 dargestell-

ten Ausführungsform dienen die Statorringe 4, 5 der Halterung der Statorsegmente und der Erhöhung der Stabilität des gesamten Stators. Bei anderen Ausführungsformen kann auf einen oder beide Statorringe verzichtet werden, sofern die Positionierung und Befestigung der Statorsegmente durch andere Mittel sichergestellt ist.

Die einzelnen Statorsegmente 3 sind untereinander durch elektrische Verbindungselemente (nicht gezeigt) und durch 10 lösbare Kanalverbinder 6 verbunden, deren Funktion weiter unten beschrieben wird.

Die in Fig. 2 dargestellte Detailzeichnung zeigt in einer geschnittenen Ansicht von oben ein einzelnes Statorsegment 3, 15 welches im Stator befestigt ist. Bei der dargestellten Ausführungsform erfolgt die Befestigung des Statorsegments 3 mit Hilfe von Gewindeschrauben 7 an zwei seitlichen Rahmenstegen 8, welche sich zwischen dem unteren Statorring 4 und dem oberen Statorring 5 lotrecht erstrecken. Bei abgewandelten Ausführungsformen könnten die Statorsegmente beispielsweise auch über Klemm- oder Rastverbindungen im Stator befestigt sein.

Aus der Fig. 2 ist weiterhin erkennbar, dass die Rahmenstege 25 8 spitzwinklig zueinander verlaufende Seitenflächen besitzen, die jeweils auf Radialebenen des Stators liegen. Dadurch ist die exakte Winkelpositionierung der Statorsegmente möglich, um den kreisförmigen Querschnitt des Stators 2 herzustellen. Außerdem ist erkennbar, dass unterschiedlich dicke Rahmenstege 30 8 eingesetzt werden können, um den Abstand zwischen den benachbarten Statorsegmenten 3 verändern zu können. Durch die geeignete Auswahl der Rahmenstege mit der passenden Dicke können die Statorsegmente so innerhalb des Statorrahmens

angeordnet werden, wie es für die optimale Lage der sich im Betrieb ausbildenden magnetischen Pole gewünscht ist.

5 Im Inneren des Statorsegments 3 befinden sich Eisenkerne 10 und elektrische Wicklungen 11. Bei der dargestellten Ausführungsform sind in jedem Statorsegment durch die elektrischen Wicklungen drei Spulen gebildet, so dass der Drehmomentmotor mit drei Stromphasen angesteuert wird. Die elektrischen Wicklungen 11 können innerhalb des Statorsegments 3 in herkömmlicher Weise mit Kunstharzmasse, Vergusslack o.ä. vergossen 10 bzw. gekapselt sein. Das Gehäuse des Statorsegments 3 kann beispielsweise aus Aluminium gefertigt werden.

15 Weiterhin ist an der Außenseite des Statorsegments 3 ein Kühlkörper 12 befestigt, der der verbesserten Wärmeabfuhr von den elektrischen Wicklungen 11 dient. Der Kühlkörper 12 ist beispielsweise wiederum mit Gewindeschrauben 7 am Statorsegment 3 befestigt. Innerhalb des Kühlkörpers 12 verläuft ein Strömungskanal, in welchem ein Kühlmedium strömt. Die in Fig. 20 1 erkennbaren Kanalverbinder 6 dienen der Kopplung der jeweiligen Strömungskanäle der benachbarten Statorsegmente und müssen beim Ausbau eines Statorsegments zeitweise entfernt werden.

25 Um das in Fig. 2 gezeigte Statorsegment aus dem Statorrahmen zu entfernen, was beispielsweise im Falle eines Defektes der elektrischen Wicklung innerhalb dieses Statorsegments erforderlich sein kann, müssen nur die Gewindeschrauben 7 gelöst werden, die das Statorsegment 3 an den Rahmenstegen 8 befestigen. Ebenfalls müssen die Kanalverbinder 6 und die elektrischen Verbindungselemente zu den benachbarten Statorsegmenten entfernt werden. Anschließend kann das Statorsegment ohne

weiteres aus dem Motor heraus genommen werden, um durch ein funktionsfähiges Statorsegment ersetzt zu werden.

Fig. 3 zeigt eine seitliche Schnittansicht des Drehmomentmotors 1. Im außenliegenden Stator 2 sind mehrere Statorsegmente 3 angeordnet. Weiterhin besitzt der Drehmomentmotor einen ringförmigen Rotor 15, der in herkömmlicher Weise als permanenterregter Innenläufer ausgebildet sein kann. Die Kopplung zwischen Stator und Rotor erfolgt in dem dargestellten Beispiel durch ein Lager 16, welches an den speziellen Einsatzzweck des Motors angepasst ist. Außerdem kann ein Messsystem 17 vorgesehen sein, um Positionsdaten zu liefern.

Der untere und der obere Statorring 4, 5 können aus mehreren Ringsegmenten zusammengesetzt sein, wenn dies bei größeren Ausführungsformen eine leichtere Fertigung ermöglicht.

Fig. 4 zeigt den zusammengebauten Drehmomentmotor in einer Ansicht von oben. Mehrere lösbare Kanalverbinder 6 verbinden die Kühlsysteme der jeweils benachbarten Statorsegmente 3. Für gegebenenfalls erforderliche Wartungsarbeiten ist in einer Motorabdeckung eine Serviceöffnung 18 vorgesehen. Über ein elektrisches Anschlusselement 19 erfolgt die Zuführung des Motorstroms sowie der Abgriff der vom Messsystem 17 gelieferten Messdaten. Ebenso können an dieser Stelle Daten von Temperatursensoren (nicht gezeigt) ausgelesen werden, die in jedem einzelnen Statorsegment vorgesehen sind, um die Betriebstemperatur der elektrischen Wicklung zu überwachen. Das durch die Kühlkörper 12 der Statorsegmente 3 geführte Kühlmedium wird über Zu- und Abflussanschlüsse 20 geführt.

Der erfindungsgemäße Drehmomentmotor kann in unterschiedlichen Größen und mit verschiedenen Leistungswerten aufgebaut

- 11 -

werden. Durch die weitgehend beliebige Bestückung des Motors mit mehr oder weniger Statorsegmenten kann die Motorleistung an den gewünschten Einsatzzweck ohne weiteres angepasst werden. Bereits in eine Anlage integrierte Drehmomentmotoren 5 können bei gewachsenem Leistungsbedarf gegebenenfalls durch zusätzliche Statorsegmente verstärkt werden, wenn entsprechende Einbauplätze für zusätzliche Statorsegmente bereits bei der ursprünglichen Konzeption vorgesehen wurden. Weitere Abwandlungen zur konstruktiven Anpassung an beliebige 10 Einsatzfälle sind denkbar.

Bezugszeichenliste

- 1 Drehmomentmotor
- 5 2 Stator
- 3 Statorsegment
- 4 unterer Statorring
- 5 oberer Statorring
- 6 lösbare Kanalverbinder
- 10 7 Gewindeschrauben
- 8 Rahmenstege
- 10 Eisenkern
- 11 elektrische Wicklung
- 12 Kühlkörper
- 15 15 Rotor
- 16 Lager
- 17 Messsystem
- 18 Serviceöffnung
- 19 elektrisches Anschlussselement
- 20 20 Zu- und Abflussanschluss

Patentansprüche

1. Drehmomentmotor (1) mit einem ringförmigen Rotor (15) und einem ringförmigen Stator (2), der einen Statorrahmen mit Eisenkernen und darauf angeordneten elektrischen Wicklungen umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Eisenkerne (10) und die elektrischen Wicklungen (11) in einem oder mehreren eigenständigen Statorsegmenten (3) angeordnet sind, wobei jedes dieser Statorsegmente (3) nur einen vorgegebenen Winkelabschnitt $\leq 180^\circ$ im Statorrahmen einnimmt und lösbar mit diesem verbunden ist.
2. Drehmomentmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Statorsegmenten (3) angeordnet sind, die jeweils einen Winkelabschnitt $\leq 45^\circ$ im Statorrahmen einnehmen.
3. Drehmomentmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Rotor (15) aus einem Rotorrahmen und daran befestigten Permanentmagneten besteht.
4. Drehmomentmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Wicklungen (11) von mehreren Statorsegmenten (3) durch elektrische Verbindungselemente elektrisch miteinander gekoppelt sind, die lösbar zwischen den Statorsegmenten (3) verlaufen.
5. Drehmomentmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Statorrahmen einen unteren (4) und einen oberen Statorring (5) umfasst, zwischen denen die Statorsegmente (3) positioniert sind.

- 2 -

6. Drehmomentmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem unteren (4) und dem oberen Statorring (5) mehrere Rahmenstege (8) im wesentlichen lotrecht zu den Statorringen (4, 5) verlaufen, und der Befestigung der 5 Statorsegmente (3) dienen.
7. Drehmomentmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenflächen der Rahmenstege (8) winklig zueinander auf unterschiedlichen Radialebenen des Stators liegen.
- 10 8. Drehmomentmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass unterschiedlich dicke Rahmenstege (8) zwischen gleichartigen Statorsegmenten (3) eingesetzt sind, wodurch der Abstand zwischen benachbarten Statorsegmenten (3) einstellbar ist.
- 15 9. Drehmomentmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere gleichartige Statorsegmente (3) einen geschlossenen ringförmigen Stator (2) bilden.
- 20 10. Drehmomentmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass er als 3-Phasen-AC-Synchronmotor ausgebildet ist, wobei die elektrischen Wicklungen (11) in jedem Statorsegment (3) drei Spulen bilden, die mit den zugehörigen Spulen anderer Statorsegmente (3) gekoppelt sind.
- 25 11. Drehmomentmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass an jedem Statorsegment (3) ein Kühlkörper (12) befestigt ist, der mindestens einen Strömungskanal besitzt, welcher von einem Kühlmedium durchströmt wird.

- 3 -

12. Drehmomentmotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungskanäle benachbarter Statorsegmente (3) durch lösbare Kanalverbinder (6) miteinander in Reihe geschaltet sind.
- 5 13. Drehmomentmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem Statorsegment (3) ein Temperatursensor angeordnet ist, welcher die Temperatur der elektrischen Wicklung (11) in diesem Statorsegment überwacht.
- 10 14. Drehmomentmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (2) als äußerer Ring den Rotor (15) umgreift, dass zwischen Stator (2) und Rotor (15) ein Lager (16) angeordnet ist und dass ein Messsystem (17) integriert ist, welches die relative Position zwischen Rotor und Stator erfasst.
- 15

Fig. 1

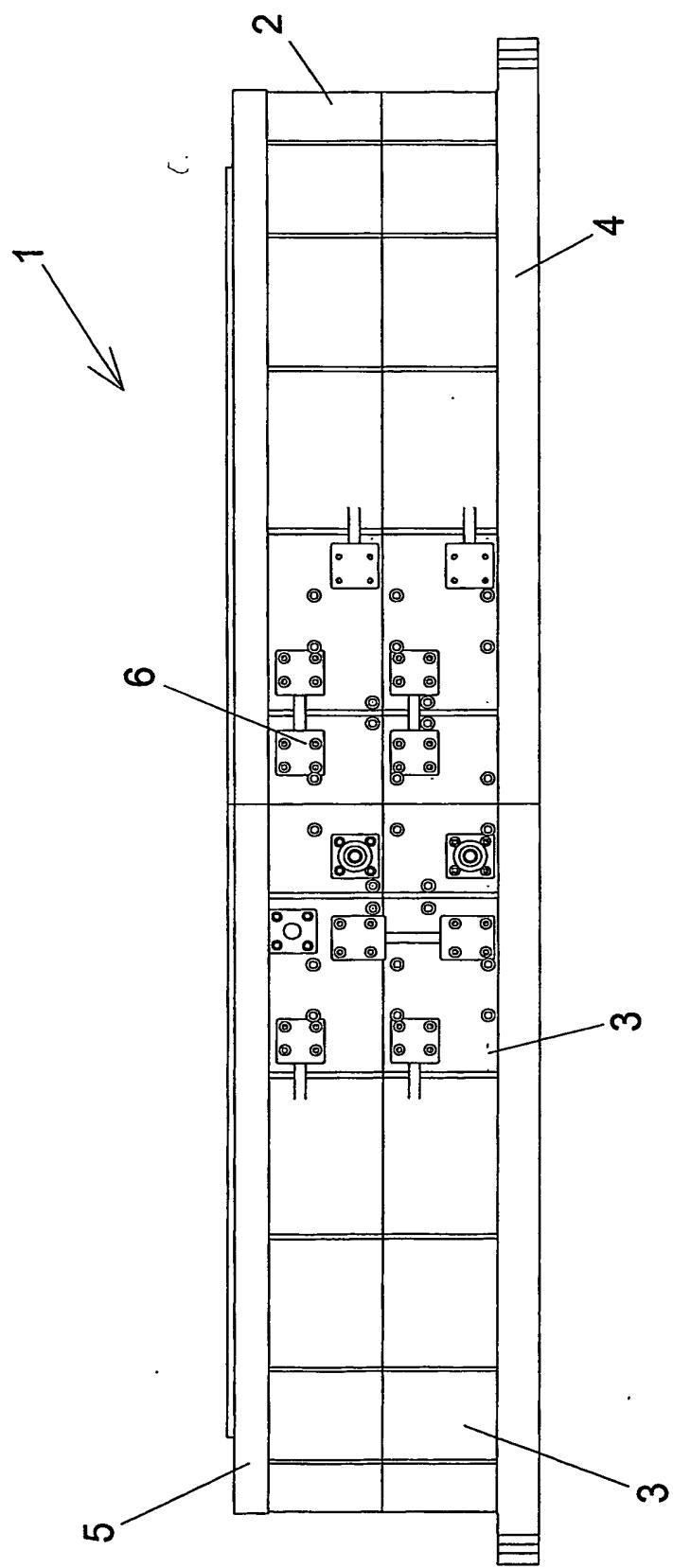


Fig. 2

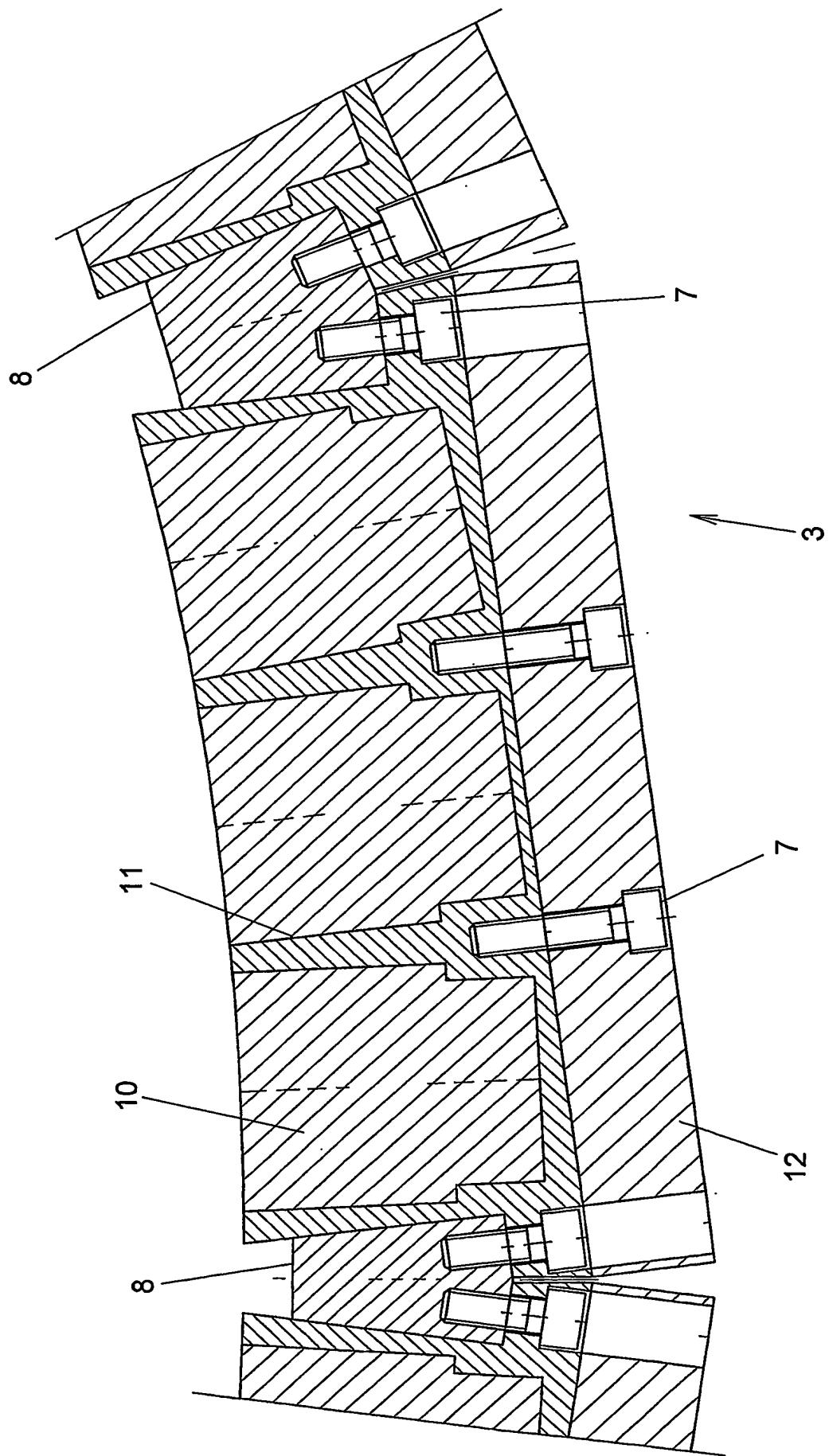


Fig. 3

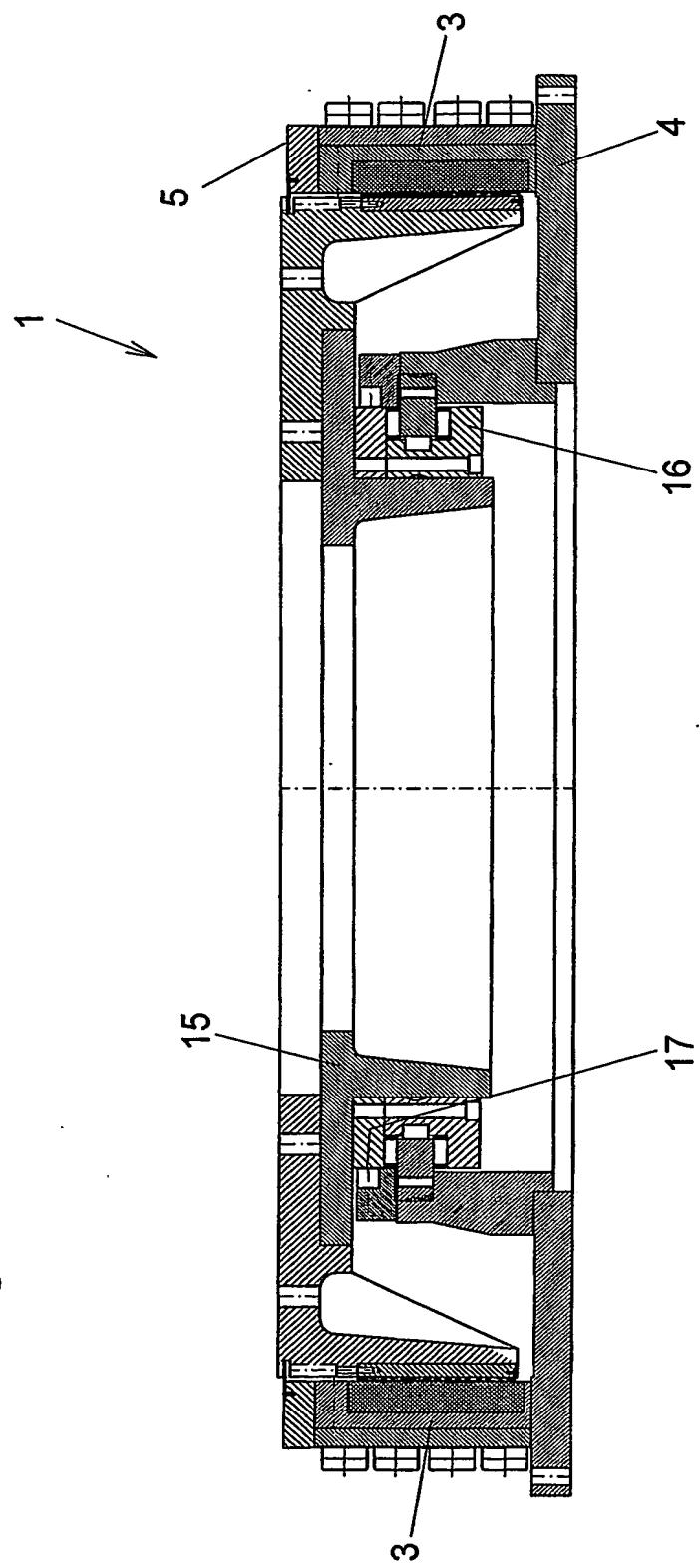


Fig. 4

